

521408  
10/521408

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
29 janvier 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/010226 A2

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G03F 7/20

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/002256

(22) Date de dépôt international : 17 juillet 2003 (17.07.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/09030 17 juillet 2002 (17.07.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : AU-  
TOMA-TECH [FR/FR]; Parc D'affaires des Portes,  
Chaussee du Vexin, F-27100 Val de Reuil (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : VIBET,  
Gilles [FR/FR]; 13 rue Pablo Neruda, Appt 249, F-76140

Petit Quevilly (FR). LE BOUCHER, Arnaud [FR/FR];  
17 SENTE DE L'AULNAY, F-76160 DARNETAL (FR).

(74) Mandataires : DRONNE, Guy etc.; Cabinet Beau de  
Lomenie, 158, rue de L'université, F-75340 Paris Cedex 07  
(FR).

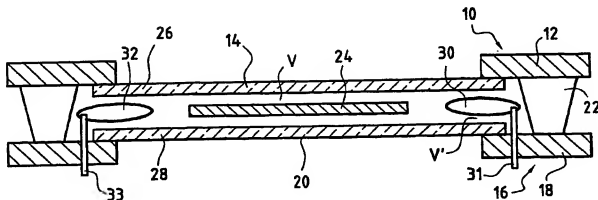
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT (modèle  
d'utilité), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ (modèle d'utilité), CZ, DE (modèle  
d'utilité), DE, DK (modèle d'utilité), DK, DM, DZ, EC, EE  
(modèle d'utilité), EE, ES, FI (modèle d'utilité), FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MY, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,  
PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK (modèle d'utilité), SK,  
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MACHINE FOR EXPOSING PRINTED CIRCUIT BOARDS

(54) Titre : MACHINE D'EXPOSITION DE PANNEAUX DE CIRCUIT IMPRIME



(57) Abstract: The invention concerns a machine for exposing printed circuit boards, comprising: a support (26) for said printed circuit board (24); a mobile printing plate support (10) including a substantially rectangular frame (12) and a transparent plate (14) adapted to receive said printing plate; means for generating a vacuum; at least one deformable sealed casing (30, 32) arranged between said support and said transparent plate around at least part of said printed circuit board; a pressurized gas source at a pressure higher than the value of said vacuum to feed said casing whereby, when a vacuum is generated in said volume, the periphery of said transparent plate is applied on said casing.

(57) Abrégé : L'invention concerne une machine d'exposition pour panneau de circuit imprimé. Elle comprend : - un support (26) pour ledit panneau (24) ; - un support de cliché mobile (10) comprenant un cadre (12) sensiblement rectangulaire et une plaque transparente (14) apte à recevoir ledit cliché ; - des moyens (22) pour réaliser une étanchéité périphérique ; - des moyens pour créer une dépression dans le volume ; - au moins une enveloppe (30, 32) étanche déformable disposée entre ledit support et ladite plaque transparente autour d'au moins une partie dudit panneau ; - une source de gaz sous pression à une pression supérieure à la valeur de ladite dépression pour alimenter ladite enveloppe par quoi, lorsqu'une dépression est créée dans ledit volume, la périphérie de ladite plaque transparente s'applique sur ladite enveloppe.

WO 2004/010226 A2



eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée :**

- sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

"Machine d'exposition de panneaux de circuit imprimé"

La présente invention a pour objet une machine d'exposition double face de panneaux de circuit imprimé et, plus particulièrement, dans cette machine, la réalisation des supports de cliché.

5 Les machines d'exposition sont des installations qui permettent de disposer, en regard d'au moins une face d'un panneau de circuit imprimé à réaliser, un cliché à travers lequel on soumet le panneau à un faisceau lumineux afin d'impressionner une couche photosensible disposée au préalable sur au moins une face de ce panneau. Selon les cas, la machine d'exposition peut présenter deux supports de cliché disposés de 10 part et d'autres du panneau afin de réaliser un circuit imprimé double face ou un seul support de cliché pour réaliser un circuit imprimé simple face. Le cliché est constitué par une image à l'échelle 1 du circuit imprimé.

L'ensemble des dispositions d'une machine d'exposition est 15 décrit notamment dans les brevets européens EP 618 505 et EP 807 855.

En se référant aux figures annexées 1A, 1B et 1C, on va décrire un mode connu de réalisation de la machine d'exposition et, plus précisément, des supports de cliché supérieur et inférieur de cette machine.

20 Le support de cliché supérieur 10 comporte un cadre métallique 12 de forme sensiblement rectangulaire sur lequel est fixée une vitre transparente 14 destinée à recevoir le cliché supérieur. Le support de cliché inférieur 16 est également constitué par un cadre métallique sensiblement rectangulaire 18 sur lequel est également fixée une vitre 25 transparente 20. Un joint d'étanchéité 22 est fixé par exemple sur la face inférieure du cadre 12 du support de cliché supérieur. Le panneau de circuit imprimé 24 à insoler est disposé entre les vitres supérieure 14 et inférieure 20. Les vitres 14 et 20 peuvent être remplacées par d'autres plaques transparentes réalisées en un autre matériau que du verre.

30 Dans l'étape suivante représentée sur la figure 1B, le support de cliché supérieur 10 est rapproché du support de cliché inférieur 16 ou l'inverse et le joint d'étanchéité 22 est gonflé de manière à constituer un volume étanche V limité par la vitre supérieure 14, la vitre inférieure 20 et le joint périphérique 22. Dans l'étape suivante, on réalise une dépression à 35 l'intérieur du volume V par des moyens de mise sous vide non représentés. On comprend que, grâce à cette mise sous vide du volume V,

les vitres 14 et 20 tendent à se déformer, en particulier dans leur région centrale, pour venir se plaquer sur les deux faces 24a et 24b du panneau de circuit imprimé 24. On rapproche ainsi au maximum les deux clichés des faces du panneau de circuit imprimé pour les appliquer sur ses deux  
5 faces. Les essais réalisés montrent que, si même localement un très faible espace de quelques dizaines de microns demeure entre la face du panneau imprimé et le cliché, la qualité du transfert sera altérée.

Comme le montre la figure 1C, dans leur région périphérique 26 et 28, c'est-à-dire dans les régions des vitres 14 et 20 entourant le  
10 panneau 24 à l'intérieur des cadres 12 et 18, les vitres sont soumises à des contraintes localisées qui peuvent être ponctuellement très importantes du fait de la déformation de ces vitres. L'expérience montre que, dans les zones périphériques 26 et 28 des vitres, les contraintes appliquées peuvent entraîner la rupture de ces vitres.

On sait que les panneaux de circuit imprimé peuvent avoir des dimensions très différentes. Il est bien sûr très souhaitable que la machine d'exposition permette d'insoler les panneaux de tailles différentes, c'est la raison pour laquelle les zones périphériques 26 et 28 existent sauf dans le  
15 cas particulier des panneaux ayant les plus grandes dimensions.

On comprend que la rupture de ces vitres, d'une part, entraîne un coût de remplacement de la vitre, or ces vitres doivent présenter une très grande pureté, ce qui rend le prix important, et que, d'autre part, et surtout, elle rend la machine d'exposition indisponible. Or, on sait que ces machines sont destinées à travailler de façon automatique avec des  
20 cadences élevées afin de rentabiliser la fabrication du circuit imprimé. Ces risques de rupture des vitres ont donc des implications économiques très importantes.

De plus, la tendance du marché est une réduction très importante de la largeur des pistes conductrices du circuit imprimé afin de  
30 miniaturiser ces circuits. Cette situation conduit à une augmentation de la densité des pistes par unité de surface de circuit imprimé. Cela pose des problèmes de réalisation de transfert de l'image en raison de l'augmentation de la précision de définition des pistes conductrices. Pour permettre de tenir ces performances, il est nécessaire de rapprocher les vitres portant les clichés des faces du circuit imprimé pour appliquer les  
35 clichés sur les faces du panneau, ainsi qu'on l'a déjà expliqué. Pour cela, il

est nécessaire d'augmenter le niveau de vide créé entre les deux vitres. Mais l'augmentation de vide entre les vitres augmente également encore les contraintes créées dans les vitres et donc les risques de rupture au-delà d'une certaine limite.

- 5 Pour remédier à cet inconvénient, on a proposé de disposer, en regard des zones périphériques 26 et 28 des vitres, des cales mécaniques afin de tenter de diminuer les contraintes appliquées dans ces parties des vitres lors de la mise en dépression du volume V.

- 10 Il s'avère que, d'une part, ces cales mécaniques forcément localisées ne résolvent pas de façon satisfaisante le problème de la limitation des contraintes localisées dans les vitres et il en résulte un taux de rupture des vitres encore très significatif et de toute manière trop élevé et, d'autre part, la distance entre les vitres lors de la mise sous dépression dépend bien sûr de l'épaisseur du panneau de circuit imprimé et il est
- 15 donc nécessaire de disposer de cales d'épaisseurs différentes pour s'adapter aux différentes épaisseurs de circuit imprimé. Cette obligation rend difficile l'automatisation de l'opération d'exposition au rayonnement lumineux pour des séries de panneaux de circuit imprimé d'épaisseurs différentes. De plus, il y a un risque d'erreur dans le choix des cales pour
- 20 l'opérateur.

- Il existe donc un réel besoin de disposer de châssis d'exposition et, plus particulièrement, de supports de cliché qui permettent effectivement de diminuer considérablement les contraintes appliquées dans les vitres et donc de diminuer considérablement les ruptures de vitre
- 25 pour un vide donné, ou qui permettent d'augmenter le niveau de vide entre les vitres sans augmenter les risques de ruptures.

Il est souhaitable que néanmoins ces châssis d'exposition soient compatibles avec une utilisation en grande série des machines d'exposition.

- 30 Pour atteindre ce but selon l'invention, la machine d'exposition pour panneau de circuit imprimé comprend :

- un premier support de cliché comprenant un cadre sensiblement rectangulaire et une plaque transparente apte à recevoir ledit cliché, ladite plaque étant solidaire sur sa périphérie dudit cadre ;
- 35 - un deuxième support de cliché constitué par un cadre sensiblement rectangulaire et une plaque transparente apte à recevoir

ledit cliché, ladite plaque étant solidaire dudit cadre sur sa périphérie, un desdits supports étant mobile par rapport à l'autre, ledit panneau étant destiné à être disposé entre lesdits supports,

- des moyens pour réaliser une étanchéité entre lesdits cadres
- 5 desdits supports lorsque lesdits cadres sont appliqués l'un contre l'autre ; et

- des moyens pour créer une dépression dans le volume limité par ledit cadre, lesdits moyens d'étanchéité et ledit support,

- ladite machine se caractérisant en ce qu'elle comprend en
- 10 outre :

- au moins une enveloppe étanche déformable disposée entre lesdites plaques transparentes autour d'au moins une partie dudit panneau ;

- une source de gaz sous pression à une pression supérieure à
- 15 la valeur de ladite dépression ; et

- au moins une conduite pour faire communiquer ladite enveloppe avec ladite source de pression par quoi, lorsqu'une dépression est créée dans ledit volume, la périphérie de ladite plaque transparente s'applique sur ladite enveloppe.

- 20 En outre, par "source de gaz sous pression", il faut entendre soit l'environnement gazeux de la machine qui est à la pression atmosphérique, soit éventuellement une enceinte contenant un gaz à une pression régulée supérieure à la valeur de la dépression.

- 25 On comprend que, grâce au fait qu'au moins une enveloppe étanche déformable est disposée entre les vitres des supports de cliché autour du panneau de circuit imprimé et que cette enveloppe est maintenue au moins à la pression atmosphérique lors de la mise en dépression du volume compris entre les vitres des supports de cliché, une pression relative de plus en plus élevée apparaît dans l'enveloppe
- 30 déformable. L'enveloppe se conforme ainsi à la face interne des vitres lors de leur déformation sous l'effet de la dépression. L'enveloppe permet ainsi d'uniformiser les contraintes appliquées aux vitres dans cette région périphérique et donc d'éviter la création de contraintes localisées importantes susceptibles de provoquer la destruction de cette vitre. On
- 35 comprend également que dans ces zones critiques équipées d'une enveloppe étanche, on réalise une équipression de part et d'autre de la

vitre, ce qui diminue considérablement les contraintes et donc les risques de ruptures.

De préférence, la machine comprend une pluralité d'enveloppes déformables étanches entourant ledit panneau, chaque enveloppe étant  
5 reliée à ladite source de gaz sous pression par une conduite, lesdites enveloppes occupant la plus grande partie de l'espace s'étendant entre la périphérie dudit panneau et les cadres.

Ainsi, on optimise la déformation des vitres même si le panneau de circuit imprimé a des dimensions sensiblement inférieures à celles des  
10 vitres des supports de cliché.

De préférence, on dispose de plusieurs jeux d'enveloppes déformables de dimensions différentes. On peut ainsi changer les enveloppes déformables en fonction des dimensions du panneau.

Selon un mode perfectionné de réalisation, la machine comporte  
15 en outre au moins une cale mécanique interposée entre ledit cadre et le support pour contrôler la déformation du cadre proprement dit en plus de la déformation de la vitre fixée sur le cadre, la déformation de cette vitre étant contrôlée ainsi qu'on l'a déjà expliqué grâce à la mise en place de l'enveloppe étanche déformable.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention  
20 apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs.

La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :  
25 - les figures 1A à 1C déjà décrites illustrent des supports de cliché supérieur et inférieur dans une machine d'exposition connue et en montrent le mode de fonctionnement ;

- les figures 2A et 2B montrent en coupe verticale un mode de réalisation de principe de l'invention dans le cas d'une machine  
30 d'exposition double face ;

- la figure 2C montre de façon simplifiée un mode préféré d'implantation des enveloppes déformables gonflables entre les vitres des supports de cliché ;

- la figure 3 est une vue détaillée en coupe verticale partielle  
35 des supports de clichés supérieur et inférieur ;

- la figure 4 est une vue de dessus des supports de clichés montrant une variante de réalisation des enveloppes gonflables ;

- la figure 5 est un schéma simplifié en coupe montrant la déformation de la vitre en l'absence d'enveloppe gonflable ; et

- 5       - les figures 6A ; 6B et C illustrent un mode préféré de réalisation des cales mécaniques réglables interposées entre les cadres des porte-clichés.

En se référant tout d'abord aux figures 2A à 2C, on va décrire de façon simplifiée la machine d'exposition conforme à l'invention et plus

10       précisément les supports de cliché inférieur et supérieur de celle-ci.

Sur la figure 2A, on retrouve le support de cliché supérieur 10 avec son cadre 12 et sa vitre 14 ainsi que le support de cliché inférieur 16 avec son cadre 18 et sa vitre 20. On a représenté également sur cette figure le joint périphérique d'étanchéité 22 solidaire par exemple du cadre

15       supérieur 12 ainsi que le panneau de circuit imprimé à insoler 24 disposé entre les deux vitres 14 et 20. Sur cette figure enfin, on a repéré par 26 et 28 les zones périphériques, respectivement des vitres 14 et 20 proches de leur zone de fixation sur les cadres 12 et 18.

Typiquement, les vitres ont une épaisseur de l'ordre de 8 mm.

20       Selon une caractéristique essentielle de l'invention, on dispose dans la partie périphérique V' du volume V autour du panneau 24 une ou plusieurs enveloppes étanches déformables 30. Sur la figure 2A, on a représenté deux enveloppes 30 et 32. Les enveloppes 30 et 32 sont reliées à une conduite 31, 33 vers une source de gaz sous pression au

25       sens où on l'a déjà expliqué. Dans l'exemple particulier considéré, la source de gaz sous pression est l'ambiance à la pression atmosphérique. La liaison des enveloppes 30 et 32 par l'intermédiaire des conduites 31 et 33 est maintenue en permanence avec la source de gaz sous pression.

Comme le montre la figure 2B, lorsque l'on crée par des moyens

30       en soi connus une dépression dans le volume V et donc bien sûr dans le volume périphérique V', la pression dans les enveloppes 30, 32 augmente en terme relatif par rapport à la pression dans le volume V. Les enveloppes 30 et 32 s'expansent donc en terme relatif pour venir se plaquer sur les faces internes 14a et 20a des vitres 14 et 20 dans leurs

35       zones périphériques 26 et 28. Lors du rapprochement des deux vitres 14 et 20 pour venir se plaquer sur les faces du panneau 24, les



5 enveloppes 32 et 30 qui sont maintenues en communication avec les sources de gaz comprimé peuvent s'adapter en pression et, de toute manière, en forme pour être appliquées effectivement sur les faces internes 14a et 20a des vitres en cours de déformation. Lors de la prise de courbure des zones périphériques 26 et 28 des vitres, les faces internes des vitres restent donc en appui par la plus grande partie de leur surface sur les enveloppes 30 et 32. On obtient ainsi, dans ces zones périphériques 26 et 28 des vitres, une répartition homogène des contraintes résultant de la déformation des vitres sous l'effet de la dépression. On obtient donc effectivement une diminution des contraintes locales par rapport à celles que l'on obtenait avec les systèmes antérieurs décrits en relation avec les figures 1A à 1C. On diminue ainsi très significativement les risques de rupture des vitres 14 et 20. Typiquement, la dépression réalisée entre les vitres est de l'ordre de 0,5 bar par rapport à la pression atmosphérique.

15 Sur la figure 2C, on a représenté en vue de dessus un mode possible d'implantation des éléments gonflables. Sur cette figure, on trouve quatre éléments gonflables 30, 32, 34 et 36 disposés le long de chacun des bords du panneau de circuit imprimé 24 en regard des zones 20 périphériques 26 et 28 des deux vitres. Chaque enveloppe gonflable est associée à une conduite portant la référence générique C vers la source de gaz sous pression qui est le plus souvent la pression atmosphérique.

25 Chaque enveloppe a une forme sensiblement rectangulaire et les dimensions "horizontales" de l'enveloppe sont très supérieures à celles de son épaisseur, c'est-à-dire à la distance entre les vitres avant qu'on ne commence à créer le vide. De préférence, la machine comporte plusieurs jeux d'enveloppes dont les dimensions correspondent à l'espace périphérique laissé par les panneaux de circuit imprimé de différentes dimensions.

30 En se référant maintenant aux figures 3 et 4, on va décrire plus en détail un mode préféré de réalisation de l'invention.

Sur la figure 3, on retrouve le support de cliché supérieur 10 constitué par le cadre 12 et la vitre 14, ainsi que le support de cliché inférieur 16 constitué essentiellement par le cadre 18 et la vitre 35 inférieure 20.

Dans ce mode préféré de réalisation, plus précisément, la vitre supérieure 14 est fixée par sa périphérie 14a sur un cadre intermédiaire 40 constitué par une tôle de faible épaisseur. De préférence, cette fixation est réalisée par collage. A son tour, la tôle 40 est fixée sur le cadre 12 par exemple par des vis telles que 42. Enfin, sur cette figure, on a fait apparaître le cliché supérieur 44.

Pour ce qui concerne le support de cliché inférieur, la vitre 20 est fixée par sa périphérie 20a sur un cadre intermédiaire 45 constitué par une tôle mince. La fixation est également de préférence réalisée par collage. La tôle intermédiaire 45 est pincée entre le cadre 18 et une contre-plaque 46 elle-même vissée sur le cadre proprement dit 18 par des vis telles que 48. Le joint gonflable 22 vient au contact de la contre-plaque 46 lorsque les deux supports de cliché sont dans leurs positions de travail. Sur cette figure, on a également représenté le cliché inférieur 50 ainsi qu'un système de cale mécanique 52 automatique d'épaisseur réglable qui sera décrit plus en détail ultérieurement. Il suffit d'indiquer ici que la cale mécanique 52 sert à maintenir parallèles entre eux les cadres 12 et 18 des supports de clichés supérieur et inférieur 10 et 16 sous l'effet de la dépression créée entre les vitres 14 et 20, c'est-à-dire à empêcher ou limiter leur déformation.

Sur cette figure, on a enfin représenté une enveloppe étanche gonflable 32 qui est disposée entre le panneau 24 et le bord 44 du cadre. Cette enveloppe 32 est disposée en regard des zones critiques 26 et 28 des vitres 14 et 20.

Comme le montre mieux la figure 4, dans ce mode de réalisation, le châssis d'exposition comporte en fait deux enveloppes gonflables 30 et 32 qui s'étendent selon les petits côtés du cadre 18. Ces sacs ou enveloppes gonflables sont disposés de part et d'autre du panneau 24. Dans ce mode de réalisation et conformément à la pratique habituelle, le panneau 24 est disposé à proximité du bord 18a du cadre du support du cliché inférieur, ce bord constituant le bord de référence du panneau entre les supports de clichés inférieur et supérieur. En effet, ce bord est celui qui est le plus proche de l'opérateur. En variante, on pourrait également mettre en place dans la zone repérée en pointillée par la référence 54 une autre enveloppe déformable reliée à la pression

atmosphérique ou à une pression convenable pour remplir cet espace. Cela dépend bien sûr des dimensions du panneau de circuit imprimé 24.

De préférence, les enveloppes gonflables occupent la plus grande partie du volume périphérique V'.

5 La figure 5 illustre schématiquement la déformation de la vitre supérieure 14 en l'absence des enveloppes déformables gonflables de l'invention.

Comme on le voit sur cette figure, sous l'effet du vide créé entre les deux vitres dans l'espace V' entourant le panneau 24, la partie centrale des vitres référencée C vient s'appliquer sur les faces supérieure et inférieure du panneau 24 entraînant un déplacement limité e1 de chaque vitre. Ce déplacement est au maximum de l'ordre de quelques dixièmes de millimètre. En revanche, on voit que dans la zone périphérique 26, 28 des vitres qui s'étend entre le cadre 12 et le bord du panneau 24, la déformation des vitres est beaucoup plus importante du fait que rien ne s'oppose à cette déformation qui résulte de la différence de pression régnant sur les deux faces de cette portion de vitre. On obtient un déplacement de cette partie de la vitre e2 qui est très supérieur au déplacement e1. C'est dans cette zone que se créent les contraintes les plus importantes et donc les risques de rupture les plus importants. Les risques de rupture sont particulièrement importants dans la zone 26' de la vitre 14 correspondant au bord 24d, du panneau qui correspond à une zone de concentration de contraintes.

A partir de la figure 5, on comprend que, grâce à la présence de l'enveloppe gonflable déformable 30 ou 32 précisément disposée dans la zone 26, on maintient une pression égale de part et d'autre de la portion 26 des vitres. On obtient ainsi une déformation régulière et surtout limitée des vitres depuis leur bord fixé sur le cadre 12 jusqu'à leur partie centrale C qui vient s'appliquer sur la face supérieure 24a du panneau 24. Cette déformation régulière représentée en pointillé sur cette même figure 5 est obtenue grâce à la présence des enveloppes gonflables déformables 30 ou 32 n'engendrant pas de contrainte localisée importante et donc évite les risques de rupture de cette vitre.

Ainsi qu'on l'a déjà indiqué succinctement, on prévoit de préférence entre les cadres supérieur 12 et inférieur 18 des supports de clichés, une cale mécanique 52 de hauteur commandable qui est

interposée entre ces deux cadres à l'intérieur du pourtour limité par le joint d'étanchéité 22. Par exemple, ces cales mécaniques sont fixées sur le cadre intermédiaire 46 du support de cliché inférieur servant à fixer la vitre inférieure 20.

- 5 Dans un mode concret de réalisation, on prévoit en fait quatre cales mécaniques d'épaisseur commandable 52, 54, 56 et 58 s'étendant selon les quatre côtés du cadre 18 du support de cliché inférieur.

- 10 Comme on l'a indiqué, ces cales mécaniques 52 à 58 sont interposées entre les cadres des supports de clichés qui sont métalliques. Ces cales empêchent donc la déformation des cadres eux-mêmes sous l'effet du vide mais elles agissent sur des pièces dont la résistance mécanique est élevée. Elles ne présentent donc nullement les inconvénients des cales décrites en liaison avec l'état de la technique.

- 15 En outre comme on l'expliquera ultérieurement plus en détail, la hauteur des cales 52 à 58 peut être réglée automatiquement. L'automate qui contrôle le fonctionnement de l'ensemble de la machine d'exposition peut donc, en fonction de l'information relative à l'épaisseur du panneau de circuit imprimé à exposer, régler la hauteur convenable des cales  
20 mécaniques 52 à 58 sans perturber le fonctionnement de la chaîne automatique incluant la machine d'exposition considérée.

En se référant aux figures 6A, 6B et 6C, on va décrire un mode préféré de réalisation des cales mécaniques à hauteur réglable.

- 25 La cale mécanique à réglage automatique 52 comprend une base 60 qui est fixée sur le cadre inférieur 18 du support inférieur de cliché, une partie supérieure de cale 62 dont la face supérieure 62a vient au contact du cadre supérieur 12 pour régler l'écartement entre les deux cadres. La partie supérieure 62 est fixe horizontalement par rapport à la base 60 et mobile verticalement. La face inférieure de la partie supérieure  
30 62 définit des rampes inclinées telles que 64 qui font un angle d'environ 10 degrés par rapport à l'horizontale. Cet angle est déterminé en fonction du coefficient de frottement du matériau avec lequel la cale est réalisée afin d'obtenir une commande irréversible de l'épaisseur de la cale.

- 35 Le déplacement vertical de la partie supérieure 62 est commandé par la partie inférieure 66 de cale qui est mobile en translation horizontale par rapport à la base 60 et à la partie supérieure de la cale 62.

La face supérieure de la partie inférieure de cale comprend des rampes inclinées telles que 68, conjuguées à des rampes 64 et présentant la même inclinaison par rapport à l'horizontale.

- 5 On comprend qu'en déplaçant horizontalement la partie inférieure de cale 66, l'action des rampes 68 sur les rampes 64 provoque le soulèvement de la partie supérieure de cale 62 d'une hauteur proportionnelle au déplacement.

- 10 Le déplacement horizontal de la partie inférieure de la cale 66 est commandé par un système à câble 70. Il comprend un corps 72 solidaire de la base 60 dans lequel peut se déplacer une tige 74. L'extrémité 74a de la tige 74 est solidaire de la partie inférieure de cale 66. La tige est elle-même commandée par un câble rigide 80 à déplacement positif. L'actionnement de ce câble peut être réalisé hydrauliquement ou pneumatiquement.

15

## REVENDEICATIONS

1. Machine d'exposition pour panneau de circuit imprimé comprenant :

- 5                   - un premier support de cliché comprenant un cadre sensiblement rectangulaire et une plaque transparente apte à recevoir ledit cliché, ladite plaque étant solidaire sur sa périphérie dudit cadre ;
- 10                  - un deuxième support de cliché constitué par un cadre sensiblement rectangulaire et une plaque transparente solidaire sur sa périphérie dudit cadre et apte à recevoir ledit cliché, un desdits supports étant mobile par rapport à l'autre, ledit panneau étant destiné à être disposé entre lesdits supports,
- 15                  - des moyens pour réaliser une étanchéité entre lesdits cadres desdits supports lorsque lesdits cadres sont appliqués l'un contre l'autre ; et
- des moyens pour créer une dépression dans le volume limité par ledit cadre, lesdits moyens d'étanchéité et ledit support, ladite machine se caractérisant en ce qu'elle comprend en
- 20                  autre :                   - au moins une enveloppe étanche déformable disposée entre lesdites plaques transparentes autour d'au moins une partie dudit panneau ;
- une source de gaz sous pression à une pression supérieure à la valeur de ladite dépression ; et
- 25                  - au moins une conduite pour faire communiquer ladite enveloppe avec ladite source de pression par quoi, lorsqu'une dépression est créée dans ledit volume, la périphérie de ladite plaque transparente s'applique sur ladite enveloppe.
- 30                  2. Machine selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité d'enveloppes déformables étanches entourant ledit panneau, chaque enveloppe étant reliée à ladite source de gaz sous pression par une conduite, lesdites enveloppes occupant la plus grande partie de l'espace s'étendant entre la périphérie dudit panneau et les cadres.

3. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une pluralité de cales mécaniques interposées entre ledit cadre et ledit support.

4. Machine selon la revendication 3, caractérisée en ce que  
5 lesdites cales sont réglables en épaisseur.

5. Machine selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la ou lesdites enveloppes étanches déformables ont des dimensions horizontales très supérieures à leur épaisseur.

6. Machine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,  
10 caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité d'ensembles d'enveloppes étanches déformables dont les dimensions sont adaptées aux dimensions du panneau à exposer.

FIG.1A

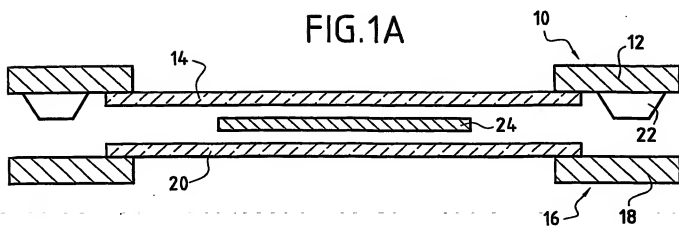


FIG.1B

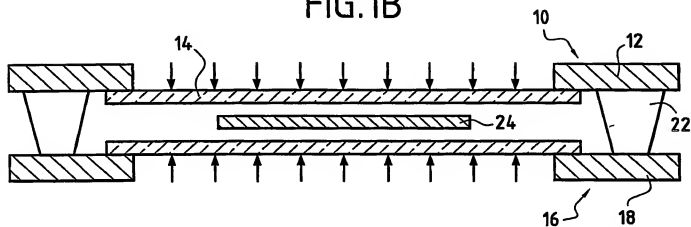
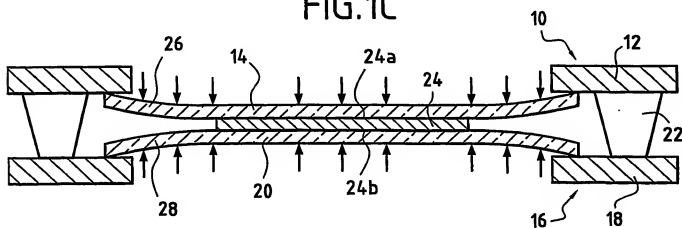


FIG.1C





2/4

FIG.2A

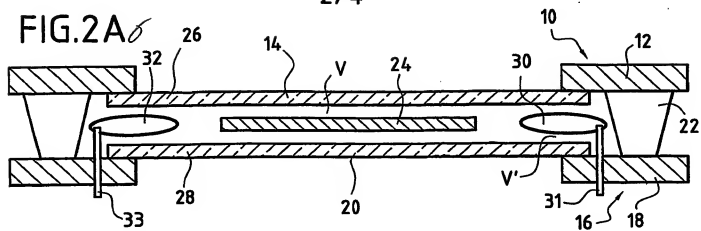
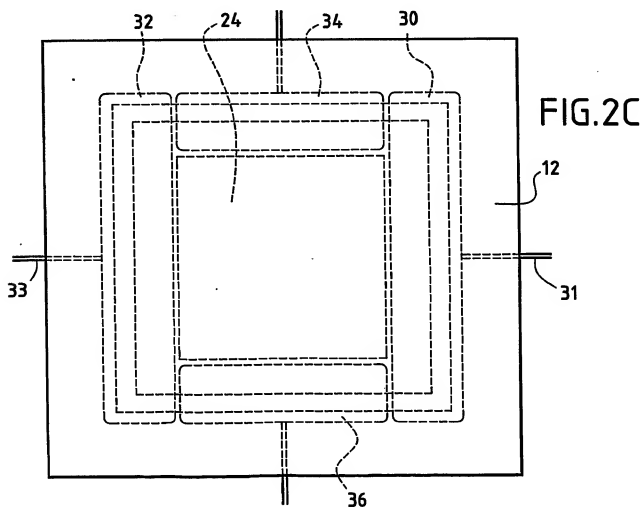
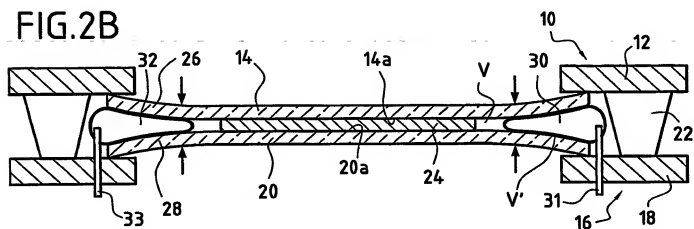


FIG.2B



3/4

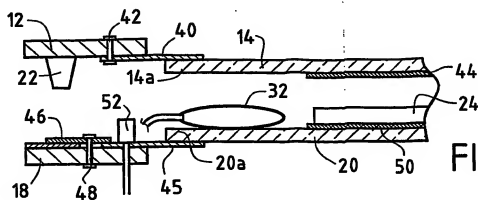


FIG. 3

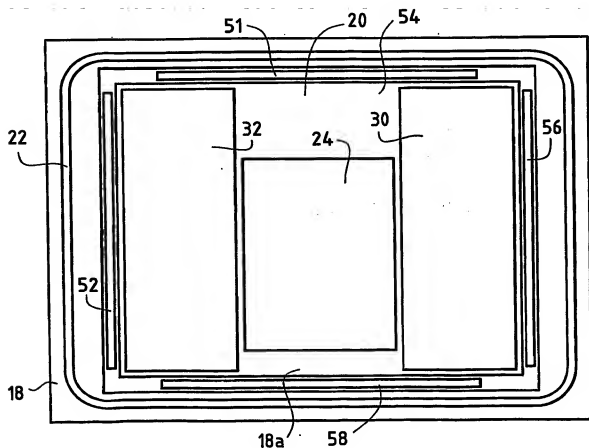


FIG. 4

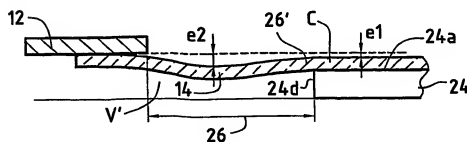


FIG. 5

